

## СЕКЦИЯ 4. СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ПОСЛЕ ДЕФОРМАЦИОННОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

УДК 621.791.12

**О. Э. Матц\*, Д. Д. Мункуева, М. В. Рашковец**

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

\**o.matts@mail.ru*

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук *И. А. Батаев*

### ПОДРОБНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ, СФОРМИРОВАННОЙ НА ГРАНИЦЕ СВАРЕННЫХ ВЗРЫВОМ МАТЕРИАЛОВ

В данной работе представлены результаты подробного исследования микроструктуры биметалла системы Zr–Cu, который был сформирован по технологии подводной сварки взрывом. Показано, что на границе сваренных взрывом материалов отсутствуют крупные дефекты. При этом значение микротвердости сварного шва больше значения микротвердости исходных материалов.

*Ключевые слова:* сварка взрывом, цирконий, медь, высокоскоростное охлаждение.

***O. E. Mats, D. D. Munkueva, M.V. Rashkovets***

### THE DETAILED RESEARCH OF THE EXPLOSION WELDED STRUCTURE

This work contains the results of the bimetal research. The composite metal was prepared by explosion welding. It is shown the weld hasn't defects. The microhardness of the weld is rather more than the microhardness of the starting materials.

*Keywords:* explosion welding, zirconium, copper, rapid solidification.

В настоящее время перспективным является исследование структур, формирующихся при высокоскоростном охлаждении. В частности, при сварке взрывом охлаждение свариваемых материалов происходит со скоростью порядка 10<sup>6</sup>–10<sup>7</sup> К/с. Однако детальные анализы структур встречаются в литературе редко. Например, в работах [1, 2] приведены результаты некоторых композитов, полученных по технологии сварки взрывом разнородных металлов. Тем не менее, в литературе недостаточно подробно описаны результаты исследования биметаллов на основе циркония. Поэтому целью данной работы было сформировать по технологии сварки взрывом и исследовать микроструктуру сварного

соединения биметалла Zr–Cu. Поскольку цирконий обладает наилучшей коррозионной стойкостью в щелочных средах, а меди присущи хорошие свойства тепло- и электропроводности, предлагается использовать биметалл такой системы для корпусов химического оборудования.

В качестве исходных материалов были выбраны технически чистые пластины циркония и меди. Была выбрана технология подводной сварки взрывом (рис. 1).

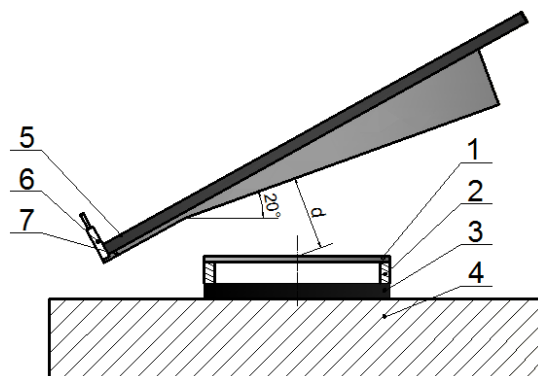


Рис. 1. Схема сварки взрывом: 1 – пластина циркония; 2 – прокладки; 3 – пластина меди; 4 – основание; 5 – слой ПММА; 6 – детонатор; 7 – ВВ;  $d$  – расстояние от центра поверхности метаемой пластинки до ВВ (20 мм)

Полученный сваркой взрывом материал был исследован методами оптической микроскопии и оценки микротвердости по Виккерсу.

Результаты металлографического анализа показали, что граница сваренных взрывом материалов имеет волновую структуру (рис. 2). В более крупных зонах перемешивания образуются микротрещины (рис. 3).

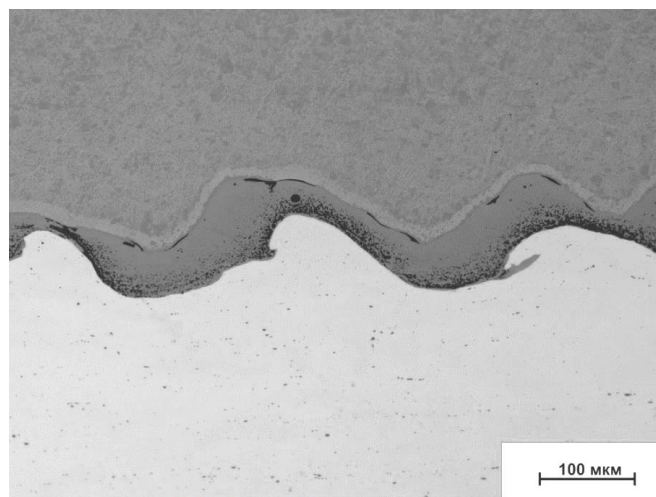


Рис. 2. Микроструктура биметалла типа "цирконий–медь", сформированного по технологии сварки взрывом

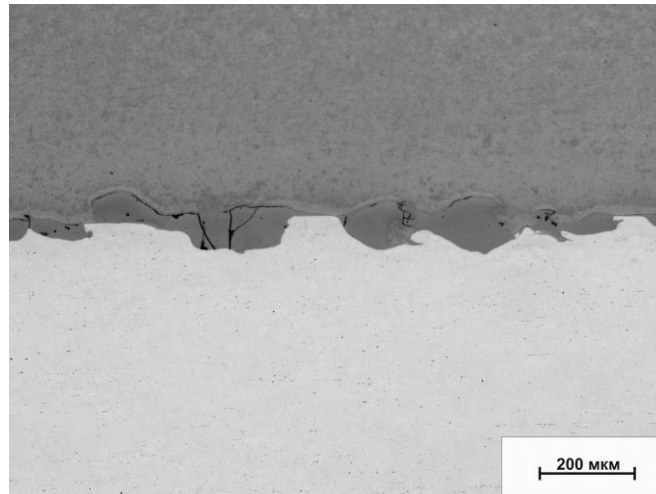


Рис. 3. Микротрещины в сварном соединении Zr и Cu, полученном по технологии сварки взрывом

Измерения микротвердости методом Виккерса проводились в направлении от метаемой пластины (Zr) к основному материалу (Cu). Нагрузка на индентор составила 0,1 кг. Среднее значение микротвердости сварного соединения составило примерно 580 HV (рис. 4).

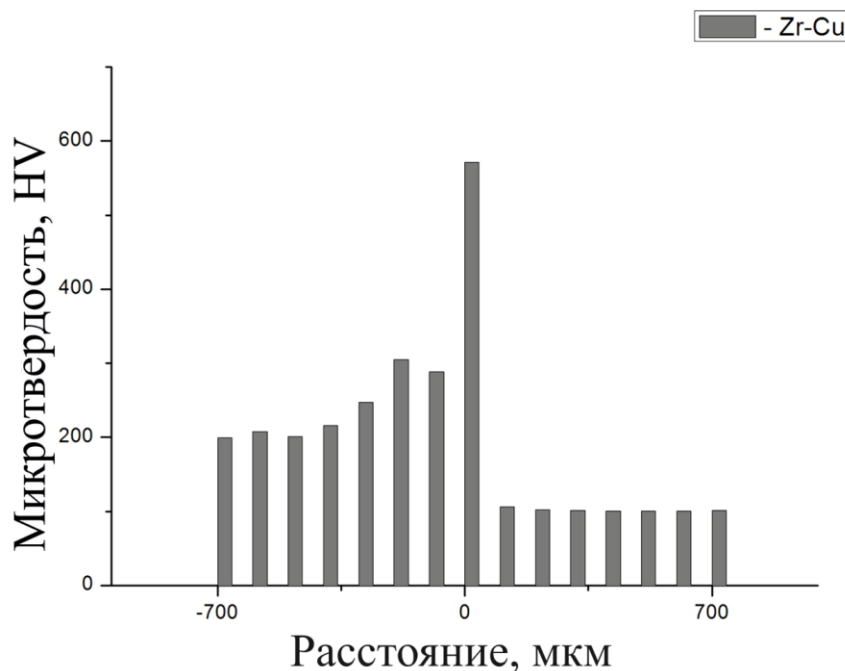


Рис. 4. Результаты измерения микротвердости в образце "цирконий–медь", полученном сваркой взрывом

Учитывая приведенные выше результаты исследования, можно сказать, что по технологии сварки взрывом получают качественные сварные соединения между разнородными материалами. При этом зона

сварного соединения обладает высокой прочностью. В дальнейшем предполагается провести испытания на механические свойства полученного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аморфные и квазикристаллические структуры, формирующиеся при сварке взрывом разнородных материалов / И.А. Батаев [и др.]. // Russian National Conference on Nanotechnologies, Nanomaterials and Microsystems Technologies NMST–2016. P. 110–112. ISBN: 978-5-7782-2849-8.
2. Metastable structures formed at the interface in explosively welded materials / I. A. Bataev, S. Tanaka, I. D. Kuchumova, O. E. Matts, D. V. Lazurenko, K. Hokamoto, A. A. Bataev // 12 International symposium on explosive production of new materials: science, technology, business and innovations, Portugal, Coimbra, 2016. P. 21–22. ISBN 978-989-99080-6-2.